

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-041718

(43)Date of publication of application : 16.02.2001

(51)Int.Cl.

G01B 11/24

(21)Application number : 11-211523

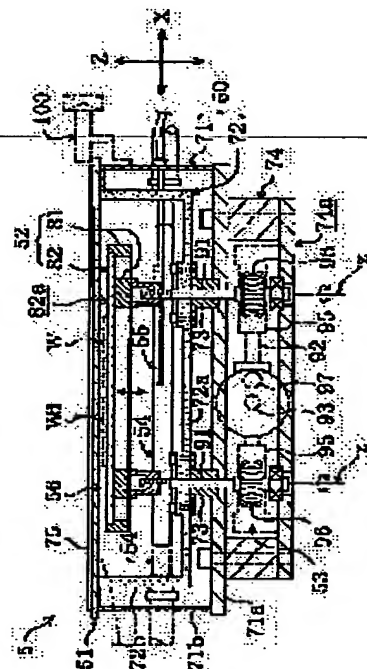
(71)Applicant : NIPPON DEJITETSUKU:KK

(22)Date of filing : 27.07.1999

(72)Inventor : KATO SATOTOSHI
NAGANO SHIGE**(54) HEAT LOAD DEVICE OF OPTICAL SHAPE MEASURING WORK AND OPTICAL SHAPE MEASURING EQUIPMENT EQUIPPED WITH HEAT LOAD DEVICE****(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To give a heat load surely and easily without exerting a bad influence on measurement and a work itself relative to the optical shape measuring work.

SOLUTION: An optical shape measuring system is held vertically movably by a Z-stage from above, relative to a heat load device 5 set on an XY-stage. As the heat load device 5, the upper surface of a hermetic container 50 having a double structure is shielded by a closing window 51 made of heat-resistant glass, and a work support stand 52 is arranged vertically movably by a lifting means 53 in an inside container 72 formed by heat insulating material. A space in the inside container 72 is roughly divided vertically by a support plate 82 made of heat-resistant glass, and a ceramic heater 54 and a thermocouple 55 for detecting an atmospheric temperature are arranged in the lower side space, and a work W is placed on a support surface 82a and arranged in the upper side space. A work temperature is detected by a thermocouple 56 mounted on a dummy work Wd. After controlling the atmospheric temperature at a target temperature, the work temperature is controlled to become the target temperature.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-41718

(P2001-41718A)

(43) 公開日 平成13年2月16日 (2001.2.16)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 1 B 11/24

識別記号

F I

G 0 1 B 11/24

テコード^{*} (参考)

A 2 F 0 6 5

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-211523

(22) 出願日 平成11年7月27日 (1999.7.27)

(71) 出願人 392036072

株式会社日本デジテック

京都府京都市下京区綾小路通室町西入る善長寺町143番地

(72) 発明者 加藤 怜俊

京都市下京区綾小路通室町西入る善長寺町143番地 株式会社日本デジテック内

(72) 発明者 長野 樹

京都市下京区綾小路通室町西入る善長寺町143番地 株式会社日本デジテック内

(74) 代理人 100107445

弁理士 小根田 一郎

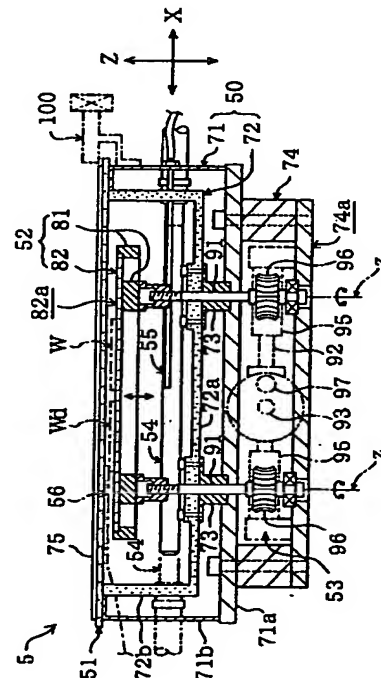
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学式形状測定用ワークの熱負荷装置及び熱負荷装置を備えた光学式形状測定機

(57) 【要約】

【課題】 光学式形状測定用のワークに対しその測定及びワーク自体に悪影響を及ぼすことなく熱負荷を確実にかつ容易に与える。

【解決手段】 X Y ステージ上にセットされた熱負荷装置 5 に対し、上方から光学式形状測定系を上下動可能に Z ステージにより保持する。熱負荷装置として、二重構造の密閉容器 50 の上面を耐熱ガラス製の開閉窓 51 で遮蔽し、断熱材により形成した内側容器 72 内にワーク支持台 52 を昇降手段 53 により昇降可能に配設する。耐熱ガラス製の支持板 82 により内側容器内の空間を上下に略区画し、下側空間にセラミックヒータ 54、54 及び雰囲気温度検出用の熱電対 55 を配設し、ワーク W を支持面 82 a に載置して上側空間に配置する。ワーク温度をダミーワーク Wd に取り付けした熱電対 56 で検出する。雰囲気温度を目標温度に制御した後に、ワーク温度が目標温度になるように制御する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光学式形状測定系からの照射光を受けその反射光に基づいて形状が測定されるワークに対し熱負荷を与える光学式形状測定用ワークの熱負荷装置であって、

密閉容器と、

この密閉容器内に配設されてワークを支持するワーク支持台と、

このワーク支持台に支持されるワークを昇温させる熱源とを備え、

上記密閉容器には、上記光学式形状測定系の光学系に相対向する位置にその光学系からの照射光を通過し得る透明材料であって耐熱性を有する材料により形成された透明窓が設けられ、

上記ワーク支持台は、平坦面とされた支持面を有しその支持面が上記透明窓に相対向して上記光学系からの照射光に対し正対するように配設され、

上記熱源は、上記ワーク及びワーク支持台に対し共に非接触状態で配設され上記密閉容器内の雰囲気を加熱するように構成されていることを特徴とする光学式形状測定用ワークの熱負荷装置。

【請求項2】 請求項1において、透明窓と、光学系との両者間に、その両者間の空間を遮断するようにエアカーテンを形成するエアカーテン形成手段を備えていることを特徴とする光学式形状測定用ワークの熱負荷装置。

【請求項3】 請求項1において、ワーク支持台は板状に形成され、密閉容器内の空間を上下に略区画するように配設されており、上記ワーク支持台はその支持面が上側空間に臨むように配設される一方、熱源はその熱源による加熱が上記ワーク支持台の下側空間に対し行われるように配設されていることを特徴とする光学式形状測定用ワークの熱負荷装置。

【請求項4】 請求項1において、支持面は耐熱性材料であって金属以外の低比熱を有する材料により形成されていることを特徴とする光学式形状測定用ワークの熱負荷装置。

【請求項5】 請求項1において、熱源は密閉容器内に配設された発熱体であることを特徴とする光学式形状測定用ワークの熱負荷装置。

【請求項6】 請求項1において、ワーク支持台を光学式形状測定系からの照射光軸に沿って進退可能に支持する進退手段を備えていることを特徴とする光学式形状測定用ワークの熱負荷装置。

【請求項7】 請求項1において、密閉容器内の雰囲気温度を検出する雰囲気温度検出手段と、ワーク支持台に支持されたワークの温度を検出するワーク温度検出手段と、

2

上記雰囲気温度検出手段及びワーク温度検出手段からの検出信号を受けてワーク温度が目標温度になるように加熱源の加熱作動を制御する温度制御手段とを備え、

上記温度制御手段は、上記雰囲気温度検出手段からの検出信号を受けて密閉容器内の雰囲気温度が上記目標温度になるように上記加熱源を作動制御する第1制御部と、上記雰囲気温度が目標温度に到達した状態で、上記ワーク温度検出手段からの検出信号を受けてワーク温度が上記目標温度になるように上記加熱源を作動制御する第2制御部とを備えていることを特徴とする光学式形状測定用ワークの熱負荷装置。

【請求項8】 光学系からの照射光に対する反射光を受光してワークとの相対変位量を測定することにより上記ワークの表面形状を測定する光学式形状測定手段と、この光学式形状測定手段をXYZからなる直交三軸の内のZ軸方向に移動可能に保持するZステージと、上記光学式形状測定系からの照射光に対し正対するようにワークを支持しそのワークに対し熱負荷を与える熱負荷装置と、

この熱負荷装置を上記X軸及びY軸のいずれにも移動可能に保持するXYステージとを備え、

上記熱負荷装置は、密閉容器と、この密閉容器内に配設されてワークを支持するワーク支持台と、このワーク支持台に支持されるワークを昇温させる熱源とを備え、上記密閉容器には、上記光学式形状測定系の光学系に相対向する位置にその光学系からの照射光を通過し得る透明材料であって耐熱性を有する材料により形成された透明窓が設けられ、

上記ワーク支持台は、平坦面とされた支持面を有しその支持面が上記透明窓に相対向して上記光学系からの照射光に対し正対するように配設され、

上記熱源は、上記ワーク及びワーク支持台に対し共に非接触状態で配設され上記密閉容器内の雰囲気を加熱するように構成されていることを特徴とする熱負荷装置を備えた光学式形状測定機。

【請求項9】 請求項8において、透明窓と、光学系との両者間に、その両者間の空間を遮断するようにエアカーテンを形成するエアカーテン形成手段を備えていることを特徴とする熱負荷装置を備えた光学式形状測定機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ワークをある高温状態まで昇温させ、この高温状態下でのワークの表面形状測定を光学式形状測定機により行うために用いられる光学式形状測定用ワークの熱負荷装置に関する。より詳しくは例えばCSP (Chip Size Package)、BGA (Ball Grid Array)、MCM (Multi Chip Module) 等の半導体パッケージ、多層プリント基板もしくは精密金型等を測定対象ワークとしてその高熱負荷状態下での光学

式形状測定に好適に用いられるものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、上記の半導体パッケージ等を対象として微小な表面凹凸形状等を高精度（例えば μm 以下のオーダー）で測定する光学式形状測定技術として、光波干渉によりワークの表面に表面凹凸に対応する干渉縞を形成しこの干渉縞に基づきワーク表面の凹凸形状（平坦度）を測定する技術（例えば特開平9-264733号公報参照）や、ワークに対しレーザ光等を光学系を通して照射した際の反射光に基づいてナイフエッジ法等の手法を用いて合焦位置を検出しその合焦位置の変化に基づいてワーク表面の凹凸形状を測定する技術等がよく知られている（例えば特開平11-39673号公報参照）。そして、上記の如き光学式形状測定技術による形状測定は、最終製品の検査のためにその最終製品を測定対象ワークとして通常は常温（室温）下で行われている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、半導体パッケージ等の測定対象ワークに内には、高熱環境下で使用されるもの、もしくは、最終製品に至るまでの製造過程の段階で高熱環境下での処理を受けるものがある。このようなワークについては予め使用状態もしくは処理状態と同じ熱負荷環境（例えば300℃程度）での変化性状を把握・評価しておきたいという要求がある。

【0004】ところが、上記の如き熱負荷環境下でのワークの形状変化性状の把握・評価を上記従来の光学式形状測定技術により行うには以下のような不都合の発生が考えられる。

【0005】すなわち、ワークを上記熱負荷環境におく手段としてワーク自体を例えばパネルヒータ等に直接に接触させて直接加熱することも考えられるが、そのワークが半導体パッケージの内でも特に樹脂基板を用いた半導体パッケージ等であるとワーク自体の機能を損なうおそれがあり、このような場合にはワークを直接加熱することはできない。

【0006】一方、光学式形状測定系を含んだ雰囲気全体の高温に昇温させることは、光学系の熱損傷（熱ダメージ）を招くことになるため、光学系への熱影響を極力防止した状態でワークに対し熱負荷を与える必要がある。

【0007】特に、上記の合焦位置を検出する方式により形状測定を行う場合には、光学系（例えば対物レンズ）とワークとの間隔をほぼ焦点距離に等しく設定する必要があり、この間隔が極めて短くなる（例えば10～数10mm）。このため、光学系に対する熱ダメージを防止した状態でワークに対し熱負荷を付与するのは困難となる。

【0008】また、ワークを支持する支持台が熱負荷を受けて反りや曲がり等の変形を生じるようではその支持

台に支持されたワークにもその変形の影響が及び、ワーク自体の変形性状が性格に測定し得ないことになる。このため、支持台としては熱負荷を受けても確実に平面形状を維持し得るものにする必要がある。

【0009】さらに、熱負荷を与える場合にワーク自体の温度を正確に目標温度まで昇温させる必要があるが、測定対象のワークが温度それ自体から直接に検出し得ないもの、つまり接触による直接温度検出が不能なものである場合には、熱負荷を与えるための熱制御が困難なものとなる。

【0010】本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、光学式形状測定用のワークに対しその測定及びワーク自体に悪影響を及ぼすことなく熱負荷を確実にかつ容易に与え得る熱負荷装置、及び、そのような熱負荷装置を備えた光学式形状測定機を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、ワークに対する熱負荷をそのワークが接する雰囲気から受けるようにし、かつ、その雰囲気を介して熱源から熱を直接伝搬により受けないように間に遮蔽物を介在させれば良いことに着目し、種々工夫を加えて完成させたものである。

【0012】具体的には、第1の発明は光学式形状測定用ワークの熱負荷装置に係り、光学式形状測定系からの照射光を受けその反射光に基づいて形状が測定されるワークに対し熱負荷を与える光学式形状測定用ワークの熱負荷装置を対象として以下の特定事項を備えるようにする。すなわち、密閉容器と、この密閉容器内に配設されてワークを支持するワーク支持台と、このワーク支持台に支持されるワークを昇温させる熱源とを備える。そして、上記密閉容器に対し、上記光学式形状測定系の光学系に相対向する位置にその光学系からの照射光を通過し得る透明材料であって耐熱性を有する材料により形成された透明窓を設け、上記ワーク支持台として、平坦面とされた支持面を有しその支持面が上記透明窓に相対向して上記光学系からの照射光に対し正対するように配設する。加えて、上記熱源として、上記ワーク及びワーク支持台に対し共に非接触状態で配設され上記密閉容器内の雰囲気を加熱するように構成する。

【0013】ここで、「透明窓」の形成材料としては、上記の如く少なくとも照射光を損失なく透過し耐熱性を有する材料、一般的には耐熱ガラスを採用すればよい。この耐熱ガラスによっても上記密閉容器内の輻射熱の吸収もしくは反射が期待し得るが、さらに光学系への熱ダメージ防止の確実化を図るために上記密閉容器内の輻射熱を積極的に遮断もしくは反射し得る材料、例えば微量の金属元素を加えた熱線吸収ガラスもしくは赤外域を反射する金属薄膜を付けた熱線反射ガラス等を用いてもよい。これらの場合には、光学式形状測定系からの照射光

5

の波長との関係で測定精度に影響しない程度の透過損失になるように設定もしくは選択を行うようにすればよい。また、熱負荷の程度により透明な耐熱性樹脂を上記形成材料として選択してもよい。

【0014】なお、上記光学系への熱ダメージ防止のより一層の確実化を図る観点から、上記透明窓と光学系との両者間に、その両者間の空間を遮断するようにエアカーテンを形成するエアカーテン形成手段を設けるようにしてもよい。

【0015】「ワーク支持台」としては、板状に形成して密閉容器内の空間を上下に略区画するように配設することにより、ワークを支持する支持面が上側空間に臨むようにする一方、熱源による加熱が上記ワーク支持台の下側空間に対し行われるようにすればよい。これにより、ワークに対する熱負荷が密閉容器内の雰囲気との対流によってより一層間接的に、しかも、より一層均一に与えられることになる。また、上記ワーク支持台のワークが支持される「支持面」を構成する材料として、耐熱性材料であって金属以外の低比熱を有する材料により形成するようにするのが好ましい。つまり、高温（例えば300℃）の熱負荷を受けても反りや曲がりを少なくとも進行させずにワークWを同位置に支持した状態を維持し得る程度の耐熱性を有し、かつ、繰り返しのサイクルで熱負荷及び冷却を行う場合により迅速に冷却し得るように低熱容量の材料であることが好ましい。例えば所定厚みの耐熱ガラス板もしくは所定の耐熱性を有する樹脂が挙げられる。

【0016】また、光学式形状測定系の光学系とワークとの間隔をその光学系の焦点距離に応じて所定の距離に設定するために、上記ワーク支持台を密閉容器内で光学系に対し進退させる進退手段を設けるようにしてもよい。これにより、ワークの厚みが種類毎に変化するような場合であっても、そのワークの表面を上記焦点距離に応じて適正な位置に容易に位置付けることが可能になる。

【0017】「熱源」としては、密閉容器内に配設する場合には外面からの輻射熱により密閉容器内の雰囲気を昇温させる発熱体を採用すればよく、また、密閉容器外に配設する場合には密閉容器内に熱風を供給して循環させるようヒータ、ブロワ等の送風機及び循環配管等からなる熱風循環手段等を採用すればよい。

【0018】そして、ワークに対する熱負荷量の正確化を図り高精度な熱負荷条件の実現を図る観点から、以下の如き温度制御を行うようにしてもよい。すなわち、まず、密閉容器内の雰囲気温度を検出する雰囲気温度検出手段と、ワーク支持台に支持されたワークの温度を検出するワーク温度検出手段と、上記雰囲気温度検出手段及びワーク温度検出手段からの検出信号を受けてワーク温度が目標温度になるように加熱源の加熱作動を制御する温度制御手段とを設ける。そして、上記温度制御手段と

6

して、上記雰囲気温度検出手段からの検出信号を受けて密閉容器内の雰囲気温度が上記目標温度になるように上記加熱源を作動制御する第1制御部と、上記雰囲気温度が目標温度に到達した状態で、上記ワーク温度検出手段からの検出信号を受けてワーク温度が上記目標温度になるように上記加熱源を作動制御する第2制御部とを備えるものとする。

【0019】この際、ワーク自体がワーク温度の検出をそのワークから直接検出し得ないものである場合には、ワーク温度検出手段として次のいずれかの手段を採用することにより、ワーク温度を的確に検出し得る。すなわち、第1の手段としては、測定対象のワークと同一のワークをダミーワークとして測定対象のワークと共に支持台に支持させ、共に同一環境で熱負荷を作用させる。その時にダミーワークのワーク温度を直接検出することにより、測定対象のワークのワーク温度とする。第2の手段としては、放射温度計を用いて透明窓を介してワークの表面温度を検出するようにすることである。その際、間に透明窓が存在することによる輻射熱の低減分に対する補正値を予め試験により求め、実際の測定時には放射温度計による検出温度に上記補正値による補正を行うことによりワーク温度を間接的に検出するようにする。これらにより測定対象のワーク自体から直接に温度検出が行えない場合であっても、そのワーク温度を的確に検出することが可能になる。

【0020】また、第2の発明は、上記の熱負荷装置を備えた光学式形状測定機に係り、光学系からの照射光に対する反射光を受光してワークとの相対変位量を測定することにより上記ワークの表面形状を測定する光学式形状測定手段と、この光学式形状測定手段をXYZからなる直交三軸の内のZ軸方向に移動可能に保持するZステージと、上記光学式形状測定系からの照射光に対し正対するようにワークを支持しそのワークに対し熱負荷を与える熱負荷装置と、この熱負荷装置を上記X軸及びY軸のいずれにも移動可能に保持するXYステージとを備えるものとする。そして、上記熱負荷装置として、密閉容器と、この密閉容器内に配設されてワークを支持するワーク支持台と、このワーク支持台に支持されるワークを昇温させる熱源とを備えるものとし、各構成要素として以下の特定事項を備えるものとする。すなわち、上記密閉容器に対し、上記光学式形状測定系の光学系に相対向する位置にその光学系からの照射光を通過し得る透明材料であって耐熱性を有する材料により形成された透明窓を設け、上記ワーク支持台として、平坦面とされた支持面を有しその支持面が上記透明窓に相対向して上記光学系からの照射光に対し正対するように配設し、上記熱源として、上記ワーク及びワーク支持台に対し共に非接触状態で配設され上記密閉容器内の雰囲気を加熱する構成とする。

【0021】この第2の発明においても、上記光学系に

対する熱ダメージ防止の確実化を図る観点より、第1の発明と同様に上記透明窓と光学系との両者間に、その両者間の空間を遮断するようにエアカーテンを形成するエアカーテン形成手段を備えるようにしてもよい。

【0022】上記の第1もしくは第2の発明の場合、熱負荷装置において、密閉容器内の雰囲気気熱源により加熱されその加熱された雰囲気と接触してワーク全体が熱負荷を受けることになる。このため、ワークに対し局所的な熱負荷の作用による機能損傷の発生もなくワーク全体に対し均一に熱負荷を与えることが可能になる。そして、このように熱負荷を受けたワークに対し光学式形状測定系の光学系からの照射光が透明窓を通して照射されて、ワークの形状測定が行われることになる。その際、熱源により昇温された雰囲気及びワークは密閉容器内に密閉され、光学系に相対向する透明窓も耐熱性を有する透明材料により形成されて密閉容器内部からの輻射熱の反射もしくは吸収が期待でき、上記光学式形状測定系もしくはその光学系に対する熱ダメージの発生も防止し得ることになる。

【0023】特に、第2の発明の場合には、熱負荷装置がXYステージ上に保持されて光学式形状測定系に対しワークをX-Y平面上の所望の位置相対移動させることが可能となり、そのようなワークの各位置におけるZ軸方向の変位量がZ軸方向に移動される光学式形状測定系により測定されるため、熱負荷環境下にあるワークの三次元方向からの形状変化性状を容易かつ確実に得ることが可能になる。

【0024】

【発明の効果】以上、説明したように、第1の発明に係る光学式形状測定用ワークの熱負荷装置によれば、ワークの全体に対し熱負荷を均一かつ間接的に与えることで、ワーク自体の機能損傷を招くことなくそのワークを所望の熱負荷環境下におくことができるようになる。このため、高温条件下で処理を受けるワーク等について、その使用状態もしくは処理状態での形状変化性状の検査もしくは評価を予め的確に行うことができる。

【0025】また、第2の発明に係る熱負荷装置を備えた光学式形状測定機によれば、上記第1の発明に係る熱負荷装置により熱負荷が付与されて熱負荷環境にあるワークについて、光学式形状測定系への熱ダメージの発生を抑止しつつその三次元方向からの形状変化性状を容易かつ確実に測定・把握することができる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【0027】図1は、本発明の実施形態に係る熱負荷装置及びこの熱負荷装置を組み込んだ光学式形状測定機を示す。同図中、1はフレーム、2はフレーム1に設置されたXYステージ、3は同じく上記フレーム1により保

持されたZステージ、4はこのZステージ3により保持された光学式形状測定系、5は上記XYステージ2により保持された熱負荷装置、6は上記光学式形状測定系4の測定制御用コントローラ61及び熱負荷装置5の温度制御用コントローラ62を備えた制御系である。以下、各構成要素について詳細に説明する。

【0028】上記フレーム1は、定盤10と、この定盤10から上方に延ばされた一对のアーム11、11と、これら一对のアーム11、11により定盤10の上面に対し直交するように固定された垂直ベース部材12とから構成されている。上記定盤10は積層ゴム部材等により構成された振動吸収マウント13、13、…を介して設置面S上に設置されている。なお、図1中14は透明もしくは半透明のカバーであり、このカバー14は光学式形状測定機の全体を覆うことによりその光学式形状測定機を外部空間の雰囲気と遮断するものである。

【0029】上記XYステージ2は、Xステージ21と、Yステージ22とにより構成されている。上記Xステージ21は上記定盤10の上面に対しX軸方向（図1の左右方向に延びる軸）に移動可能に設置され、上記Yステージ22はそのXステージ21に対しY軸方向（図1の紙面に直交する方向に延びる軸）に移動可能に設置されている。これらXステージ21及びYステージ22はそれぞれ図示省略の駆動系と連結され、これら各駆動系が上記測定制御用コントローラ61からの制御信号により作動制御されて上記熱負荷装置5をX軸方向及びY軸方向にそれぞれ移動させるようになっている。なお、上記駆動系としては各種アクチュエータと減速機構等を組み合わせればよい。

【0030】上記Zステージ3は、上記垂直ベース部材12に固定され、上記光学式形状測定系4を上記X軸方向及びY軸方向により構成されるXY平面に対し直交するZ軸方向（図1の上下方向）に移動（昇降）可能に保持するようになっている。

【0031】このZステージ3の例としては、上記垂直ベース部材12に固定されて上記光学式形状測定系4を昇降案内するガイド部材31と、その光学式形状測定系4の筐体40にねじ込まれて同位置回転することによりその筐体40を昇降させるボールネジ32と、このボールネジ32に連結されてボールネジ32を同位置で回転作動させる駆動源33とによって構成すればよい。そして、その駆動源33が上記測定制御用コントローラ61からの制御信号により作動制御されて上記光学式形状測定系4の全体をZ軸方向に微小量ずつ移動させるようになっている。なお、上記駆動源33としては例えばパルスモータを用い、そのデューティ制御により回転制御を行えばよく、また、必要に応じて減速機構を組み合わせてもよい。この際のZ軸方向の変位量の検出は、例えば高精度な目盛を付したガラススケールを上記垂直ベース部材に固定し、このガラススケールの目盛を光透過式に

よりパルス信号として検出すればよく、これにより、上記変位量を0.1 μ m程度の単位で検出し得ることになる。つまり、後述の凹凸形状の測定を同様の単位で行い得ることになる。

【0032】上記光学式形状測定系4は、その全体が上記の筐体40内に配設されており、周知のナイフエッジ法を用いた自動合焦方式の顕微鏡を備えている。図2に基づいて上記光学式形状測定系による形状測定の基本原理について説明すると、光源としての半導体レーザーダイオード41からのレーザー光がビームエキスパンダ42及びハーフミラー43を介して光学系としての対物レンズ44に入射され、この対物レンズ44により収束されて後述のワークWの微小スポットに照射されるようになっている。そして、そのワークWからの反射光が上記対物レンズ44及びハーフミラー43を介してナイフエッジ（遮蔽板）45に到達し、上記の対物レンズ44がワークWに対し正確に合焦位置にあれば、つまり対物レンズ44とワークWとの間隔が焦点距離であれば上記反射光がハーフミラー46を介して上下二分割とされた受光素子47の各素子に対し等しく対称に入射するようになっている。

【0033】上記ナイフエッジ45は光軸を挟んで一側のみを遮蔽するように配置されており、上記対物レンズ44の位置がワークWに対し合焦位置とずれている場合には上記二分割の受光素子47に対し反射光が対称に入射せずにいずれか一方がより明るくなる。このため、上記Zステージ3を駆動して対物レンズ44の位置を上下方向に移動調整することにより、上記受光素子47に対し反射光が対称に入射するようになれば対物レンズ44をワークWに対し合焦位置に位置付けることができるようになる。

【0034】従って、上記測定制御用コントローラ61での制御手順は、まず、XYステージ2をX軸方向及びY軸方向に対し所定量ずつ移動させることにより対物レンズ44の光軸がワークWの測定点に合致するようにワークWを移動させ、その位置で上記受光素子47からの検出信号を受けてZステージ3を移動制御することにより対物レンズ44を合焦位置に合致させ、その際の基準位置からのZ軸方向の変位量を読みとる。次に、上記XYステージ2の作動により次の測定点までワークWを移動させ、その測定点でのZ軸方向変位量を上記と同様にして読みとる。以下、予め設定した全ての測定点について上記の変位量を順に読みとれば、それらの変位量の差によってワークWの上面の凹凸形状が得られることになる。上記コントローラ61では、上記の変位量データを加工することにより、ディスプレイ63にワークWの輪郭及び上面の凹凸形状を鳥瞰図として表示させたり、ワークWの縦断面図として表示させたりするようになっている。

【0035】次に、上記熱負荷装置5について図3及び

図4に基づいて説明する。

【0036】上記熱負荷装置5は、二重構造の密閉容器50と、この密閉容器50の上面開口を開閉可能に密閉する透明窓としての開閉窓51と、上記密閉容器50内に配設された板状のワーク支持台52と、このワーク支持台52の上下方向位置を変更調節する進退手段としての昇降手段53と、熱源である発熱体としてのチューブ状の一对のセラミックヒータ54、54と、上記密閉容器50内の雰囲気温度を検出する雰囲気温度検出手段としての熱電対55と、ワーク温度を検出するワーク温度検出手段としての熱電対56（図4にのみ示す）とを備えている。

【0037】上記密閉容器50は、図4に詳細を示すように上面を開口し例えばステンレス鋼製の底壁71a及び周囲の側壁71bからなる外側容器71と、同様に上面を開口し断熱材により形成された底壁72a及び周囲の側壁72bからなる内側容器72とを備えている。この内側容器72は、その底壁72a及び周囲の側壁72bが外側容器71の底壁71a及び周囲の側壁71bから互いに離された状態となるようにサイズ設定され、上記底壁72aがスパーサ73、73を介して外側容器71の底壁71aから上方に浮いた状態に支持されている。そして、この内側容器72の上端開口縁の外周囲が外側容器71の上端開口の内周縁に接合され、外側容器71と内側容器72との間の空間が封止されている。

【0038】上記外側容器71の下側には箱状容器74が連結されており、この箱状容器74の内部に上記昇降手段53の主要部分が収容されている。この箱状容器74の底面74aは平坦面とされ、この底面74aが上記のXYステージ2の上面に載置されて熱負荷装置5の保持が行われるようになっている。

【0039】一方、外側容器71の上端開口の両側位置には逆Lの字状のガイド部材75、75が一体に取り付けられ、この両ガイド部材75、75によって上記開閉窓51が上記内側容器72の上端開口の端面に当接した状態を維持しつつ一方（図3及び図4の左右方向）に摺動して開閉するようになっている。

【0040】上記開閉窓51は耐熱ガラスにより構成され、上記光学式形状測定系4からのレーザー光の照射及び反射をほぼ損失なく通過させ得るようになっている。なお、耐熱ガラスとしては例えば800℃の耐熱性を有するパイレックスガラス（米国Corning社商品名）を用いればよい。

【0041】上記ワーク支持台52は、周囲の枠及び中間の枠からなる支持枠81と、この支持枠81の上面にはめ込まれた支持板82とを備えている。この支持板82の上面が平坦な支持面82aとされ、この支持面82aの所定位置にワークWが載置されるようになっている。この支持板82は図5にも示すように平面視で上記内側容器72の側壁72bの内周囲よりもわずかに小さ

い大きさの矩形を有し、図4に示すように側面視でその内側容器72内の上方位置に位置付けられており、この支持板82によって上記内側容器72の内部空間が上下に略区画されるようになっている。そして、上記支持板82の支持面82aの上に測定対象のワークWとして例えば樹脂基板製のCSPと、後述のワーク温度検出用のダミーワークWdとして上記と同一のCSPとが並べて載置されるようになっている(図5参照)。このような支持板82の素材としては、最大の熱負荷(例えば300℃の熱負荷)を受けても反りや曲がりが発生させずに支持面82aの平坦度を維持し得る程度の耐熱性を有し、かつ、鋼等の金属よりも低比熱を有するガラスが用いられている。具体的には、上記と同様のパイレックスガラスを用いればよい。

【0042】上記昇降手段53は、図4に加えて図6にも示すように、上端側の所定範囲がワーク支持台52の支持枠81の下面にねじ込まれそれぞれZ軸方向下方に延びる一対の昇降作動軸91、91と、X軸方向に延びてこの両昇降作動軸91、91に回転力を伝達する中間伝達軸92と、Y軸方向に延びてこの中間伝達軸92をy軸回りに回転操作する操作軸93とを備えている。この操作軸93と、中間伝達軸92とは、操作軸93のy軸回りの回転力を中間伝達軸93に対しx軸回りの回転力に変換して伝達するための一対のかさ歯車94、94を介して係合されている。加えて、上記中間伝達軸93と、各昇降作動軸91とは、中間伝達軸93のx軸回りの回転力を各昇降作動軸91のz軸回り及びz2軸回りの各回転力に変換して伝達するためのウォーム95及びウォームホイール96を介して係合されている。そして、上記操作軸93の突出端に対し回転自在に取り付けられた昇降ハンドル97をいずれかに回転操作することにより、その回転力が操作軸93から中間伝達軸92へ上記一対のかさ歯車94、94により伝達され、この中間伝達軸92の回転力が上記ウォームギア95、96により減速された状態で各昇降作動軸91に伝達される。この両昇降作動軸91が同期してかつ同位置を保持してz軸回りに回転することにより、各昇降作動軸91の上端部分がねじ込まれた支持枠81がZ軸方向、すなわち、上下に昇降作動することになる。

【0043】上記一対のセラミックヒータ54、54は、それぞれセラミックチューブの内部にマグネシア耐火物製のコアを有し、このコア部に対し通電することにより発熱させて放射熱を上記セラミックチューブの外部空間に放射するようになっている。上記一対のセラミックヒータ54、54は、内側容器72内であって上記ワーク支持台52より下側の空間に対しX軸方向に互い違いに延びるように配設されている。上記各セラミックヒータ54は温度制御用コントローラ62により通電制御され、その通電により上記下側空間の雰囲気気を加熱しその熱が空気の対流によりワーク支持台52よりも上側の

空間の雰囲気気に伝搬されるようになっている。そして、この昇温された上側空間の雰囲気気によりワークW及びダミーワークWdは間接的に熱負荷を受けるようになっている。

【0044】上記内側容器72の下側空間には、雰囲気気温度検出用の熱電対55が上記セラミックヒータ54、54と共に配設され、この熱電対55により検出された雰囲気気温度が上記コントローラ62に出力されるようになっている。また、上記のダミーワークWdとして測定対象のワークWと同一のものが採用され、このダミーワークWdにも他の熱電対56が例えば接着等の手段により結合されている。そして、この熱電対56により検出されたワーク温度が上記コントローラ62に出力されるようになっている。

【0045】上記コントローラ62は、上記内側容器72内の雰囲気気温度を目標温度まで昇温させる第1制御部64(図1参照)と、ワークWの温度を上記目標温度まで昇温させる第2制御部65とを備えている。まず、第1制御部64では上記熱電対55から出力される雰囲気気温度の検出値が目標値に到達するように各セラミックヒータ54に対する通電制御を行う。この通電制御は例えばON・OFF制御により行ってもよいし、PI制御もしくはPID制御等により行ってもよい。雰囲気気温度が目標値に到達すれば、次に、第2制御部65によりワークWの温度を上記目標温度に合致させる制御が行われる。この第2制御部65では、ダミーワークWdに取り付けた熱電対56から出力されるワーク温度の検出値が目標値に到達するように上記各セラミックヒータ54に対する通電制御を行う。このような第2制御部65による制御を行うのはワーク温度が必ずしも雰囲気気温度と一致せずに雰囲気気温度よりも若干低い温度となるためである。なお、上記第2制御部65による制御に先立ってワーク温度が雰囲気気温度になじんで安定化するように一定時間の経過を待つようにしてもよい。そして、ワーク温度が目標温度に到達すれば、次に形状測定用のコントローラ61による制御が行われる。

【0046】この際には、例えば図4に示すようにエアカーテン形成手段100により図示省略のスリットからエアを開閉窓51の上面に沿ってX方向一側から他側に向けて吹き出させ、これにより、上記開閉窓51と対物レンズ44との間の空間を横切るエアカーテンを形成し、開閉窓51を通して対物レンズ44側に漏れる放射熱を遮断する。つまり、上記エアカーテン形成手段100がたとえなくても、耐熱ガラス製の開閉窓51の存在により内側容器72内からの放射熱が多少反射もしくは吸収されて対物レンズ44に対する熱ダメージ防止が図られているが、上記エアカーテンの形成によって上記熱ダメージ防止のより確実化を図るようにしている。

【0047】一つのワークWについて熱負荷環境での形状測定が終了した場合、もしくは、一つのワークWに対

13

する1サイクルの熱負荷環境での形状測定が終了した場合に、次のワークWもしくは同一のワークWに対する次のサイクルでの熱負荷を行うために密閉容器50内を一旦常温まで冷却する必要がある。この冷却を開閉窓51を開放して自然放熱を待つようにしてもよいが、サイクルタイムの短縮化のために、好ましくは強制冷却手段を設けて強制冷却を行うようにすればよい。強制冷却手段としては、例えば外側容器71及び内側容器72の各内部空間に臨んで一側に送風管を、他側に排気管をそれぞれ連通させ、送風ファン等により冷風もしくは常温のクリーンエアを強制的に送って循環させるようにすればよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態を示す正面説明図である。

【図2】光学式形状測定系の基本構造及び原理を示す断面説明図である。

【図3】熱負荷装置の一部切欠斜視図である。

【図4】図3の熱負荷装置の縦断面図である。

【図5】図3の熱負荷装置の一部省略平面図である。

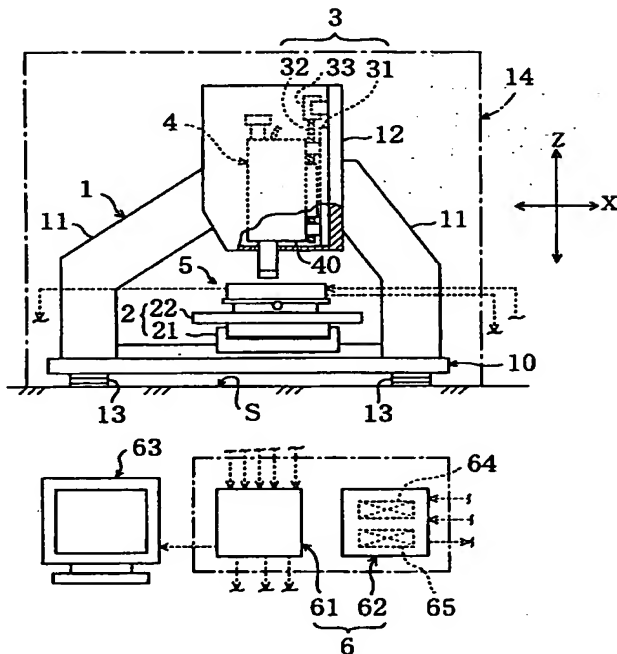
【図6】昇降手段の機構のみを抜き出した平面説明図である。

14

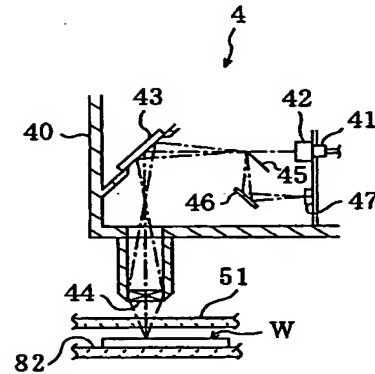
【符号の説明】

2	XYステージ
3	Zステージ
4	光学式形状測定系
5	熱負荷装置
4 4	対物レンズ（光学系）
5 0	密閉容器
5 1	開閉窓（透明窓）
5 2	ワーク支持台
10 5 3	昇降手段（進退手段）
5 4	セラミックヒータ（発熱体、熱源）
5 5	熱電対（雰囲気温度検出手段）
5 6	熱電対（ワーク温度検出手段）
6 2	温度制御用コントローラ（温度制御手段）
6 4	第1制御部
6 5	第2制御部
8 2 a	支持面
1 0 0	エアカーテン形成手段
2 0 W	ワーク

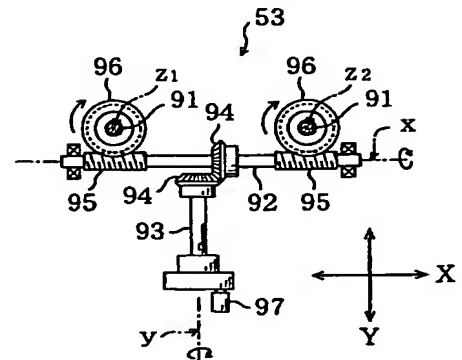
【図1】



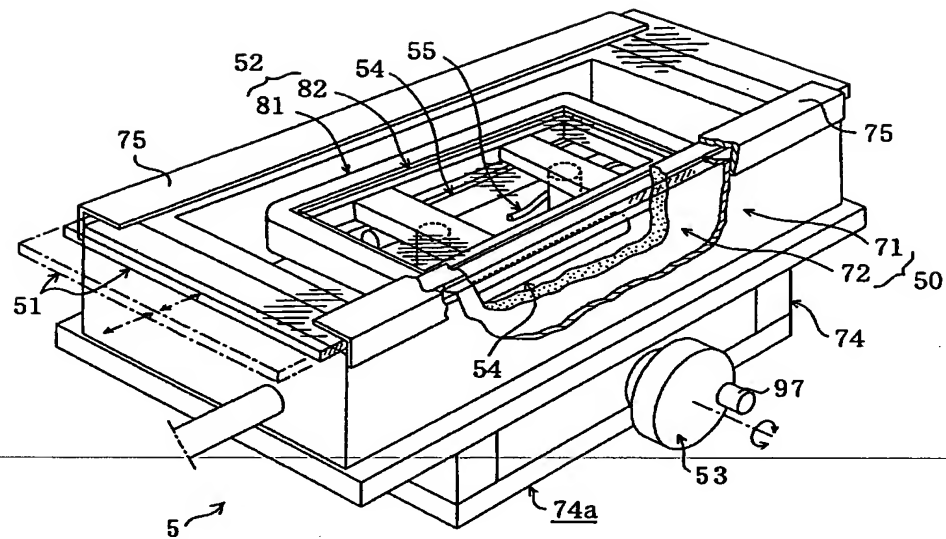
【図2】



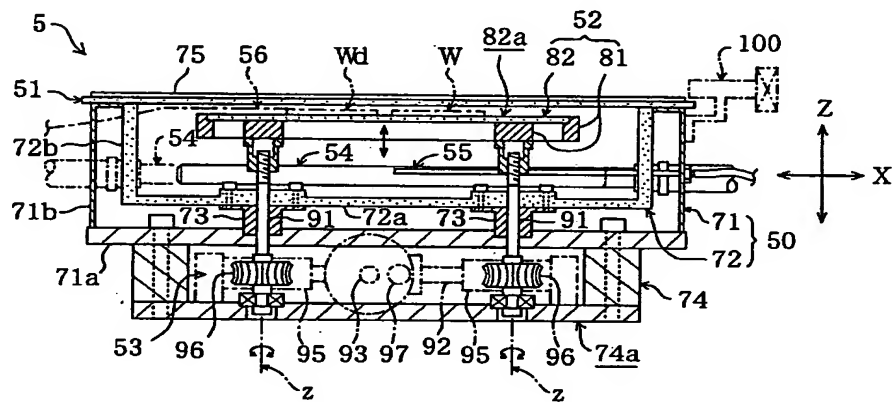
【図6】



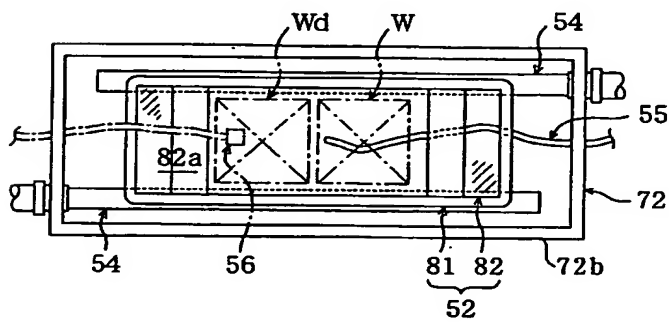
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2F065 AA06 AA20 AA51 AA65 BB05
CC00 CC01 CC17 CC25 DD11
FF10 FF61 FF69 GG06 GG12
HH13 JJ23 LL00 LL04 LL09
LL30 NN20 PP02 PP12 PP22
PP24 SS02 SS13 TT02

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.